

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Агрономічний факультет
Кафедра ґрунтознавства та землеробства

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Семчук Святослав Миколайович

УДК 633.35:631.816

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ РІЗНИХ ВИДІВ РІДКИХ
МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ НУТУ СОРТУ
«ЗЕХАВІТ» В УМОВАХ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

201 «Агрономія»

Подається на здобуття освітнього рівня «Магістр»

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання
на відповідне джерело _____ С.М. Семчук

Керівник роботи

С. В. Журавель,
канд. с. г. наук, доцент

Житомир–2025

Зміст

Анотація	3
Вступ	5
Розділ 1. Літературний огляд	8
Розділ 2. Умови, об'єкти і методика проведення досліджень.	14
2.1. Місце та умови проведення досліджень .	14
2.2. Об'єкти і методика проведення досліджень	16
Розділ 3. Результати досліджень	20
3.1. Вплив позакореневого підживлення на формування структурних елементів урожаю нуту сорту «Зехавіт»	20
3.2. Формування насінневої продуктивності нуту залежно від застосування рідких мінеральних добрив	22
3.3. Вплив позакореневого підживлення на ростові процеси та морфологічні показники рослин нуту	24
3.4. Формування надземної та кореневої біомаси нуту сорту «Зехавіт» за різних варіантів позакореневого підживлення	26
3.5. Вплив позакореневого підживлення на урожайність нуту сорту «Зехавіт»	28
3.6. Економічна ефективність застосування рідких мінеральних добрив у технології вирощування нуту сорту «Зехавіт»	29
Висновки	32
Рекомендації виробництву	33
Список використаних джерел	34

АНОТАЦІЯ

Семчук С.М. «Оцінка ефективності використання різних видів рідких мінеральних добрив на продуктивність нуту сорту «Зехавіт» в умовах Житомирської області». – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього рівня магістра за спеціальністю 201 – агрономія. – Поліський національний університет, Житомир, 2025.

Робота викладена на 38 сторінках комп'ютерного набору, містить 6 таблиць, 5 рисунків, складається зі вступу, 3 розділів, висновків, рекомендацій виробництву. Список використаних джерел включає 36 найменувань.

В умовах кліматичних змін, деградації ґрунтів та зростання потреби у високобілковій рослинній продукції актуальним є пошук альтернативних зернобобових культур і вдосконалення елементів їх технології вирощування. В нашій роботі нут (*Cicer arietinum* L.) розглядається як перспективна культура для агрокліматичних умов Полісся завдяки високій поживній цінності, здатності до біологічної фіксації азоту та адаптивності до несприятливих ґрунтово-кліматичних умов. Водночас ефективність реалізації його продуктивного потенціалу значною мірою залежить від оптимізації мінерального живлення. У роботі досліджено вплив різних видів рідких мінеральних добрив на ріст, розвиток та формування продуктивності нуту сорту «Зехавіт» в умовах Житомирської області. Досліджено реакцію культури на застосування рідких форм добрив за показниками структурних елементів урожаю та рівнем продуктивності, що дозволяє обґрунтувати доцільність їх використання у технології вирощування нуту в зоні Полісся.

Ключові слова: нут (*Cicer arietinum* L.), сорт «Зехавіт», рідкі мінеральні добрива, мінеральне живлення, зернобобові культури, продуктивність, структурні елементи врожаю, кліматичні зміни, умови Полісся, Житомирська область.

SUMMARY

Semchuk S. M. Assessment of the Efficiency of Using Different Types of Liquid Mineral Fertilizers on the Productivity of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) cv. “Zehavit” under the Conditions of Zhytomyr Region. – Qualification thesis manuscript.

Master’s qualification thesis for the degree of Master of Science in specialty 201 – Agronomy. – Polissia National University, Zhytomyr, 2025.

The thesis comprises 38 pages of computer-typed text, includes 6 tables and 5 figures, and consists of an introduction, three chapters, conclusions, and practical recommendations for production. The list of references contains 36 sources.

Under conditions of climate change, soil degradation, and increasing demand for high-protein plant products, the search for alternative grain legume crops and the improvement of their cultivation technologies is of particular relevance. In this study, chickpea (*Cicer arietinum* L.) is considered a promising crop for the agroclimatic conditions of the Polissia zone due to its high nutritional value, ability to biologically fix atmospheric nitrogen, and adaptability to unfavorable soil and climatic conditions. At the same time, the effective realization of its productive potential largely depends on the optimization of mineral nutrition.

The thesis investigates the effect of different types of liquid mineral fertilizers on the growth, development, and productivity formation of chickpea cv. “Zehavit” under the conditions of the Zhytomyr region. The crop response to the application of liquid fertilizer forms was assessed based on yield structure components and overall productivity levels, which made it possible to substantiate the feasibility of their use in chickpea cultivation technology in the Polissia zone.

Keywords: chickpea (*Cicer arietinum* L.), cv. “Zehavit”, liquid mineral fertilizers, mineral nutrition, grain legumes, productivity, yield structure components, climate change, Polissia conditions, Zhytomyr region.

Актуальність теми. Глобальною проблемою сучасного сільського господарства є забезпечення продовольчої безпеки в умовах кліматичних змін, деградації ґрунтового покриву та зростання попиту на високобілкові культури. Одним із ключових шляхів вирішення цієї проблеми є розширення посівних площ під зернобобовими культурами, які поєднують високу харчову цінність із здатністю покращувати родючість ґрунту завдяки біологічній фіксації атмосферного азоту.

Українське агровиробництво протягом останніх років характеризується надмірною концентрацією площ під соєю, значна частина якої представлена генетично модифікованими сортами. Така структура посівів супроводжується зростанням екологічних ризиків, підвищеною залежністю від гербіцидів на основі гліфосату та поступовим зниженням агробіорізноманіття. У зв'язку з цим зростає потреба у диверсифікації зернобобового клину та впровадженні альтернативних культур, здатних забезпечувати стабільну врожайність за мінливих гідротермічних умов.

У цьому контексті нут (*Cicer arietinum* L.), який входить до трійки провідних зернобобових культур світу за площею вирощування, розглядається як перспективна культура для інтеграції в систему сталого землеробства України. Високий вміст білка (25–30 %), безазотистих екстрактивних речовин (55–60 %) та олії (4,5–5 %) зумовлює його високу харчову та кормову цінність. За біологічними властивостями нут відзначається посухостійкістю, толерантністю до малородючих ґрунтів, відносною стійкістю до шкідників і придатністю до механізованого збирання, що робить його конкурентоспроможною альтернативою сої.

Незважаючи на значний потенціал культури, в Україні нут досі займає обмежені площі, переважно в зоні Степу, що свідчить про недостатній рівень наукових досліджень щодо його адаптації до умов Полісся та Лісостепу. Особливо актуальним залишається питання оптимізації системи живлення нуту, зокрема із застосуванням різних видів рідких мінеральних добрив, які здатні оперативно коригувати мінеральне живлення рослин, підвищувати

ефективність використання поживних речовин та формування продуктивності культури в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах Житомирської області.

Метою досліджень було оцінити ефективність використання різних видів рідких мінеральних добрив у системі позакореневого підживлення на продуктивність нуту сорту «Зехавіт» в умовах Житомирської області.

Для досягнення поставленої мети нами були вирішені такі завдання:

1. Оцінити вплив різних видів рідких мінеральних добрив у системі позакореневого підживлення на ріст і розвиток рослин нуту сорту «Зехавіт» в умовах Житомирської області.
2. Визначити особливості формування структурних елементів урожаю нуту (кількість бобів і зерен на рослині, кількість зерен у бобі) залежно від застосованих препаратів.
3. Дослідити вплив позакореневого підживлення на формування насіннєвої продуктивності, зокрема масу зерен з однієї рослини та масу 1000 зерен.
4. Проаналізувати вплив різних препаратів на морфологічні показники рослин, зокрема висоту рослин і висоту кріплення нижнього боба, як фактори, що визначають технологічну придатність культури до механізованого збирання.
5. Оцінити вплив рідких мінеральних добрив на формування надземної та кореневої біомаси нуту сорту «Зехавіт».
6. Встановити рівень урожайності культури та визначити найбільш ефективний вид рідкого мінерального добрива для використання у технології вирощування нуту в умовах Житомирської області.

Об'єктом досліджень є процеси росту, розвитку та формування продуктивності рослин нуту (*Cicer arietinum* L.) сорту «Зехавіт» за умов застосування рідких мінеральних добрив у системі позакореневого підживлення в агрокліматичних умовах Житомирської області.

Предметом дослідження є вплив різних видів рідких мінеральних добрив, застосованих у системі позакореневого підживлення, на морфологічні показники, структурні елементи врожаю та продуктивність нуту сорту «Зехавіт».

Методи досліджень: польовий - закладання та проведення польового досліду; лабораторний - визначення показників маси та якості насіння; фенологічний - спостереження за фазами росту і розвитку рослин; біометричний - облік морфологічних показників і структурних елементів урожаю; обліково-аналітичний - облік продуктивності та урожайності; статистичний - обробка та узагальнення експериментальних даних.

Перелік публікацій автора за темою досліджень:

1. Журавель С. В., Кравчук М. М., Журавель С. С., Кияниченко М. О., Семчук С. М. Ефективність використання позакореневого підживлення за умов еколого-безпечної технології вирощування нуту в умовах Полісся України // Scientific Collection «InterConf+». 2025. Вип. 63 (272). С. 200–214.

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи. Робота викладена на 38 сторінках комп'ютерного набору, містить 6 таблиць, 5 рисунків, складається зі вступу, 3 розділів, висновків, рекомендацій виробництву. Список використаних джерел включає 36 найменувань.

При написанні дипломної роботи, нами було використано Положення про кваліфікаційні роботи у Житомирському національному агроекологічному університеті.

РОЗДІЛ І. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Світові наукові дослідження нуту (*Cicer arietinum* L.) підтверджують його стратегічне значення як високобілкової зернобобової культури та важливого елементу адаптивних і екологічно безпечних систем землеробства. Нут розглядають не лише як цінну кормову й агрономічну культуру, а й як функціональний харчовий продукт, насіння якого характеризується високим вмістом рослинного білка, складних вуглеводів, мінеральних елементів і біологічно активних сполук. Такий біохімічний склад зумовлює позитивний вплив нуту на стан здоров'я людини та визначає його перспективність у профілактиці хронічних неінфекційних захворювань [18]. Узагальнені дані сучасних оглядових досліджень N. Begum та співавт. [19] і U. C. Jha та співавт. [20] свідчать, що нут поєднує високу концентрацію білка, заліза, цинку, магнію й харчових волокон із наявністю біоактивних пептидів і фенольних сполук, які проявляють антиоксидантну, гіпохолестеринемічну, протизапальну та потенційно антиканцерогенну дію. Це робить культуру важливим компонентом вирішення глобальної проблеми дефіциту якісного рослинного білка.

З агробіологічної точки зору нут характеризується високою посухостійкістю та здатністю підтримувати продуктивність за умов обмеженого водозабезпечення. За результатами досліджень J. S. Medeiros та співавт. [21], зниження рівня зволоження до 25–50 % від польової вологості призводить до істотного пригнічення ростових процесів і зменшення урожайності. Водночас дослідження Karalija та співавт. [22] показують, що нут належить до культур, здатних витримувати поєднану дію посухи та високих температур, особливо в критичні фази цвітіння й наливу бобів. Це зумовлено формуванням глибокої кореневої системи, ефективною регуляцією транспірації та накопиченням осмотично активних сполук. У контексті сучасних кліматичних змін нут розглядають як одну з ключових зернобобових культур для посушливих і ризикованих зон землеробства.

Важливим напрямом сучасних світових досліджень є вдосконалення технологій вирощування нуту на основі інтегрованого живлення з використанням інокулянтів і мікродобрих. У роботах Nahusenay та співавт. [23] доведено, що поєднання ефективних штамів *Mesorhizobium* із комплексним добривом NPSB істотно підвищує інтенсивність бульбочкоутворення, нагромадження біомаси та урожайність, одночасно покращуючи економічні показники вирощування культури. Дослідження Романька Ю. О. та співавт. [24], проведені в умовах Лівобережного Лісостепу України, підтверджують, що екологізація технології вирощування нуту шляхом оптимізації удобрення, застосування біопрепаратів і раціонального використання мінеральних добрив дозволяє підвищувати продуктивність культури без порушення екологічної рівноваги агроєкосистем. Водночас низка сучасних публікацій наголошує на доцільності поєднання кореневого та позакореневого живлення, застосування мікроелементів і біостимуляторів, однак реакція нуту на різні варіанти позакоренових підживлень, особливо в нетрадиційних для культури зонах вирощування, залишається недостатньо вивченою [20, 23, 24].

В Україні наукові дослідження нуту активізувалися в останні роки у зв'язку з кліматичними змінами та зростанням інтересу до альтернативних джерел рослинного білка. Узагальнення Чернік І. В. та Тригуби О. В. [4] охоплюють світові й вітчизняні дані щодо біологічних особливостей нуту, сортового різноманіття та елементів технології вирощування в умовах Західного Лісостепу. Автори підкреслюють високу посухо- й жаростійкість культури, її здатність до симбіотичної фіксації атмосферного азоту та відносну невибагливість до ґрунтових умов. Станом на сьогодні в Державному реєстрі сортів рослин України зареєстровано понад півтора десятка сортів нуту, рекомендованих для різних ґрунтово-кліматичних зон [4].

Дослідження В. І. Пущака [5], проведені в умовах Західного Лісостепу України, засвідчили, що норма висіву істотно впливає на густоту стеблостою,

показники структури врожаю та зернову продуктивність різних сортів нуту, що зумовлює необхідність регіональної адаптації технологічних схем вирощування. В умовах Східного Лісостепу дисертаційні дослідження Ю. В. Воропай [1] показали, що поєднання рядкового способу сівби з міжряддями 15–30 см і нормою висіву 700–800 тис. схожих насінин на гектар забезпечує формування урожайності зерна до 2,5 т/га та оптимізує збір білка з одиниці площі. Водночас надмірне загущення посівів призводить до погіршення біометричних показників рослин і зниження вмісту білка в зерні.

В умовах Південного Степу України Н. О. Колояніді [3] встановила, що сучасні сорти нуту істотно відрізняються за рівнем посухостійкості та ефективністю використання вологи, що підтверджує високу адаптивність культури й доцільність її вирощування в регіонах із дефіцитом водних ресурсів.

Загалом результати вітчизняних досліджень свідчать, що нут є однією з найбільш перспективних зернобобових культур для розширення посівних площ у зонах Степу та Лісостепу України [1, 3, 4, 5]. Разом із тим більшість експериментальних робіт зосереджена на умовах Південного та Східного Степу, тоді як адаптивний потенціал нуту й оптимальні елементи технології вирощування - норми висіву, інокуляція, системи кореневого та позакореневого живлення - в умовах Полісся та північних районів Лісостепу залишаються вивченими недостатньо. Це формує актуальну наукову нішу для дослідження реакції нуту на технологічні чинники в більш прохолодних і зволжених агрокліматичних умовах, що є важливим для диверсифікації білкових ресурсів і підвищення стійкості сівозмін у дрібних і середніх господарствах України.

Нут посідає третє місце за площею посівів у світі після сої та квасолі [35]. Що стосується виробництва насіння бобових культур, його частка становить близько 20 %, або в середньому 13,1 мільйона тонн [31]. Широке поширення вирощування нуту в усьому світі пов'язане, перш за все, з біологічними властивостями рослини, які забезпечують її високу

адаптивність до різних агрокліматичних умов вирощування. Нут є досить посухостійкою та жаростійкою культурою завдяки добре розвиненій кореневій системі, здатній долати механічні перешкоди та підвищений осмотичний тиск у клітинах рослин, таким чином ефективно утримуючи воду та зменшуючи її випаровування [25].

Як бобова рослина, нут має здатність вступати в симбіотичні стосунки з бульбочковими бактеріями роду *Mesorhizobium*, зокрема *Mesorhizobium ciceri* та *Mesorhizobium mediterraneum*. Завдяки функціонуванню симбіотичної системи азотфіксації рослини нуту можуть задовольняти близько 70 % своїх потреб в азоті. Відновлена форма азоту далі використовується рослинами для синтезу білків і нуклеїнових кислот - основних структурних і сигнальних компонентів клітин, а також молекул хлорофілу, що забезпечують процес фотосинтезу та перетворення сонячної енергії в хімічну енергію [13].

Перспективним екологічно безпечним методом вирощування бобових культур і підвищення їх урожайності є використання мікробних препаратів на основі азотфіксуючих мікроорганізмів, які сприяють формуванню більш розвиненого симбіотичного апарату, підвищують його ефективність і прискорюють процес біологічної фіксації атмосферного азоту, одночасно зменшуючи залежність агровиробництва від хімічних добрив [6, 11, 28, 32]. Водночас належне управління азотним живленням рослин шляхом використання ефективних інокулянтів і внесення стартових доз азоту може додатково підвищувати рівень продуктивності бобових культур [33].

Наукові дослідження свідчать, що в період колонізації коренів ризобіями та на початкових етапах формування симбіотичної системи молоді рослини можуть потребувати невеликих кількостей мінерального азоту для забезпечення достатнього вегетативного росту. Водночас надмірне або некоректне використання азоту здатне негативно впливати на встановлення симбіозу між бактеріями *Rhizobium* і бобовими культурами, оскільки за

високого рівня мінерального азоту рослини віддають перевагу ґрунтовим формам азоту замість атмосферного [17].

Одним із ключових чинників, що визначають ефективність формування та функціонування симбіозу бобових рослин з бульбочковими бактеріями, є забезпеченість рослин фосфором, який впливає на розмір симбіотичного апарату та інтенсивність метаболічних процесів у бульбочках [36]. Дослідження показали, що навіть незначний дефіцит фосфору може призводити до пригнічення активності ферментів азотфіксації та зниження ефективності симбіотичної системи [27]. За даними Khan M. S., Zaidi A., Wani P. A., Oves M. [26], інокуляція сільськогосподарських культур здатна підвищувати засвоєння фосфору на 40–50 кг P_2O_5 /га та забезпечувати приріст урожайності на 10–20 %. Калій є важливим компонентом ферментативних систем, що визначають напрямок та інтенсивність основних фізіолого-біохімічних процесів у рослинах, зокрема фотосинтезу, дихання, синтезу білків і накопичення симбіотично фіксованого азоту. Він сприяє ефективнішому використанню води рослинами, підвищує їх стійкість до теплового стресу, посухи, ураження хворобами та шкідниками. Дефіцит калію, у свою чергу, обмежує поглинання азоту та пригнічує розвиток асиміляційної поверхні листків [15].

Перспективним напрямом стимулювання росту і розвитку сільськогосподарських культур є застосування мікробних препаратів на основі азотфіксуючих, фосфор- та каліймобілізуєчих мікроорганізмів. Їх використання покращує забезпечення рослин доступними формами азоту, фосфору і калію, сприяє підвищенню родючості ґрунту та активізації фізіологічних процесів, що лежать в основі формування врожаю [14, 30, 34, 35]. У дослідженнях показано, що використання біодобрих сприяє вивільненню фітогормонів у ризосфері, посиленню клітинного поділу, збільшенню площі листової поверхні та підвищенню фотосинтетичної продуктивності [29]. Також встановлено, що мікробні інокулянти

підвищують доступність поживних речовин і рівень їх засвоєння рослинами [7].

Усі біохімічні реакції в рослинному організмі відбуваються за участю мікроелементів, які є структурними компонентами ферментів, гормонів і вітамінів та відіграють важливу роль у синтезі білків, нуклеїнових кислот і фотосинтетичних пігментів, а також у підтриманні цілісності клітинних мембран [10, 12]. Численні дослідження доводять, що застосування гумінових речовин у низьких концентраціях сприяє активізації вуглецевого й азотного обміну, підвищує поглинання поживних елементів і стимулює ріст кореневої системи та надземних органів рослин [8].

Ефективним способом підвищення мінерального живлення рослин є позакореневе підживлення. Застосування листових добрив, особливо в критичні фази розвитку рослин, може забезпечувати приріст урожайності на 12–25 % [16]. Позакореневе підживлення уповільнює процеси старіння листків, подовжує період їх фотосинтетичної активності, сприяє формуванню більшої кількості генеративних органів і покращенню якості насіння [9].

Високий рівень урожайності нуту можливий лише за умов сприятливого поєднання ґрунтово-кліматичних факторів і оптимального забезпечення рослин поживними речовинами протягом усього вегетаційного періоду. Навіть короточасні порушення у процесах росту й розвитку можуть негативно відобразитися на формуванні врожаю. У зв'язку з цим актуальним є вдосконалення систем удобрення нуту шляхом комплексного використання мінеральних добрив, мікродобрив і мікробіологічних препаратів на основі азотфіксуючих та фосфор- і каліймобілізуєчих мікроорганізмів.

РОЗДІЛ II. УМОВИ, ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Місце та умови проведення досліджень

Нами було закладено довготривалий польовий дослід з метою визначення основних технологічних прийомів вирощування нуту сорту «Зехавіт», зокрема в аспекті реакції культури на позакореневе підживлення. У 2025 році на базі науково-дослідного поля Поліського національного університету проведено комплексне дослідження з вивчення впливу позакореневого підживлення на ріст, розвиток та формування врожаю нуту.

Дослідна ділянка розташована поблизу села Велика Горбаша Черняхівської селищної територіальної громади Житомирського району Житомирської області (50°26'17" пн. ш., 28°41'38" сх. д.). Територія належить до зони Полісся України, яка характеризується значною строкатістю ґрунтового покриву та нестійким зволоженням протягом вегетаційного періоду.

Ґрунтовий покрив дослідної ділянки представлений ясно-сірими лісовими ґрунтами, сформованими під лісовою рослинністю (рис. 1). Вміст гумусу в орному шарі становив 1,1-1,2 %, що свідчить про низьку забезпеченість органічною речовиною та обмежену природну родючість ґрунтів. Забезпеченість доступними формами азоту, фосфору та калію була невисокою, що є типовим для ґрунтів дерново-підзолистого типу з легкою гранулометричною структурою. Реакція ґрунтового розчину – слабокисла (рН 5,7), що обмежує доступність окремих елементів живлення і обґрунтовує доцільність застосування позакореневого підживлення мікроелементами.

Кліматичні умови періоду досліджень відповідали загальним характеристикам зони мішаних лісів і визначалися помірним температурним режимом, нерівномірним розподілом опадів та можливими періодами ґрунтової й атмосферної посухи. Сукупність зазначених ґрунтово-кліматичних умов створила сприятливі передумови для об'єктивної оцінки

адаптивних властивостей нуту сорту «Зехавіт» та його реакції на застосування рідких мінеральних добрив у системі позакореневого підживлення в умовах Полісся.

	Неорн. <u>0–22</u> 22	Гумусно-елювіальний горизонт, світло-сірий, супіщаний, порохувато-грудочкуватий, слабоущільнений, вологий, новоутворення відсутні, наявні корені рослин, перехід за глибиною обробіткухвилястий.
	HE <u>22–38</u> 16	Світло-сірий, супіщаний, грудочкуватий, щільний, злитний, вологий, збагачений затьоками гумусового матеріалу по кореневих ходах і червоточинах, наявні корені рослин, перехід поступовий.
	I <u>38–59</u> 21	Темно-бурий з численними темно-сірими затьоками гумусового матеріалу по червоточинах і кореневих ходах, важкий суглинок, горіхувато-дрбногрудочкуватий, щільний, вологий, наявні корені рослин, перехід поступовий.
	Pi <u>59–86</u> 27	Жовтувато-бурий з темно-сірими затьоками гумусового матеріалу по червоточинах і кореневих ходах, легкий суглинок, грудочкуватий, ущільнений, вологий, рідко зустрічаються корені рослин, з середини іржаві плями, перехід поступовий.
	P1 <u>86–104</u> 18	Жовтувато-палевий, легкий суглинок, слабо виражена грудочкуватість, слабоущільнений, злитний, вологий, розмиті іржаві плями, перехід добре помітний.
	P2 <u>104–151</u> 47	Палево-жовтий з сизим відтінком та іржавими плямами, оглеєний, середній суглинок, грубогрудочкуватий, ущільнений, вологий, перехід помітний по кольору.
	P3 <u>151–170</u> 19	Темно-сірий з концентрованими великими іржавими плямами, важкий суглинок, призмовидно-горіхуватий, щільний, злитний, вологий, концентровані іржаві плями, включення відсутні.

Рис. 1. Грунтового розрізу дослідної ділянки Поліського національного університету

Зазначені ґрунтово-кліматичні умови дослідної ділянки, зокрема низька забезпеченість ґрунту елементами живлення, слабокисла реакція ґрунтового розчину та нестійкий режим зволоження, створювали природні передумови для прояву реакції нуту на різні елементи технології вирощування. Такі умови дозволили об'єктивно оцінити ефективність застосування рідких мінеральних добрив у системі позакореневого підживлення та їх вплив на

ріст, розвиток і продуктивність нуту сорту «Зехавіт» у типових для Полісся агроекологічних умовах.

2.2. Об'єкти і методика проведення досліджень

Об'єктом досліджень були посіви нуту (*Cicer arietinum* L.) сорту «Зехавіт», що вирощувався в умовах польового досліду із застосуванням різних видів рідких мінеральних добрив у системі позакореневого підживлення. Дослідження проводили відповідно до схеми досліду, що передбачала порівняльну оцінку впливу борвмісних мікродобрив на ріст, розвиток і продуктивність культури (рис. 2).

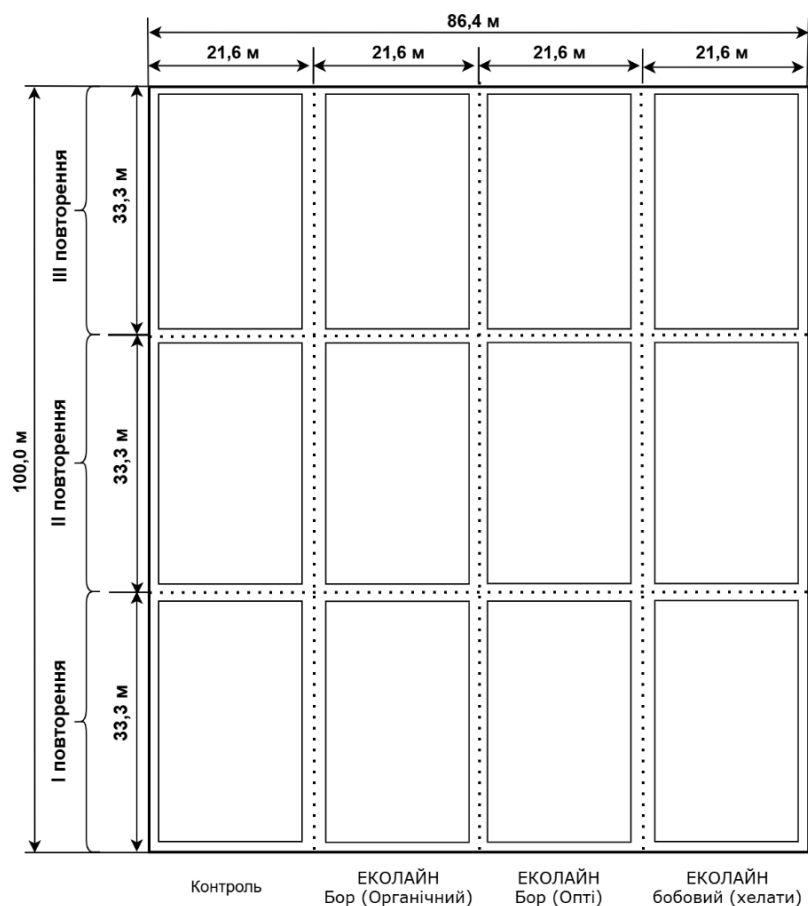


Рис. 2 Схеми дослідів щодо посіву нуту та різновиди позакореневого підживлення

У процесі вирощування нуту сорту «Зехавіт» застосовували три препарати позакореневого підживлення (рис. 3): Еколайн Бор (органічний), Еколайн Бор (опті) та Еколайн Бобовий (хелатний). Контрольним варіантом

служувала ділянка без внесення мікродобрих, де обробку рослин проводили водою. Обрані препарати належать до групи борвмісних рідких мінеральних добрив і відрізняються за формою та комплексністю елементного складу.

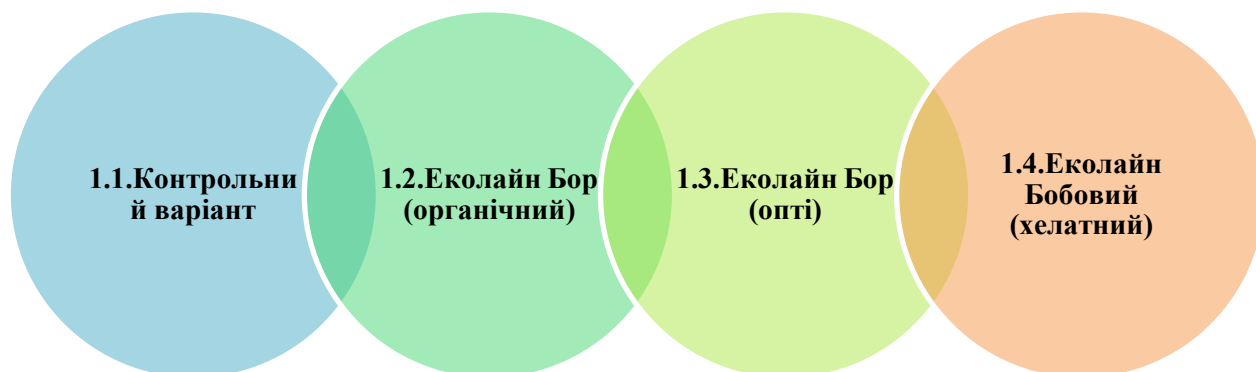


Рис. 3. Варіанти досліджень щодо впливу борвмісних мікродобрив на ріст, розвиток і продуктивність нуту

Препарат Еколайн Бор (органічний) є висококонцентрованим рідким мікродобривом на основі бору у формі органічного комплексу з моноетаноламіном, який забезпечує регульоване надходження бору в критичні фази розвитку рослин, активізує процеси цвітіння та сприяє покращенню якості врожаю. Еколайн Бор (опті) містить комплекс бору, цинку та молібдену, що посилює перебіг фізіологічних процесів, покращує засвоєння мікроелементів за підвищених температур і забезпечує оптимальне мікроелементне живлення на початкових етапах вегетації. Еколайн Бобовий (хелатний) є комплексним мікродобривом, спеціально розробленим для бобових культур, і містить збалансований набір макро- та мікроелементів (азот, калій, магній, залізо, марганець, бор, цинк, мідь, молібден, кобальт тощо), що сприяє розвитку кореневої системи та підвищує адаптивні можливості рослин у критичні періоди росту.



Рис. 4. Препарати позакореневого підживлення, що використовувалися при вирощуванні нуту

Сорт нуту «Зехавіт» (оригінація – наукові установи Ізраїлю) належить до крупнонасінного типу кабульського різновиду (рис. 5). Сорт характеризується високою посухостійкістю, теплолюбністю та підвищеною стійкістю до основних хвороб, що забезпечує стабільне формування врожаю за умов дефіциту вологи.



Рис. 5 Загальний вигляд нуту (*Cicer arietinum* L.) сорту «Зехавіт»

Рослини прямостоячі, заввишки 45–60 см, компактного типу, добре облиствені, формують 2–3 основні гілки. Квіти поодинокі, білі; боби

короткі, злегка сплюснені, містять 1–2 насінини. Насіння крупне, округле, жовтого забарвлення, з гладкою поверхнею; маса 1000 насінин становить 270–320 г.

Вегетаційний період сорту триває 95–105 днів залежно від погодних умов року. Середня врожайність у виробничих умовах становить 20–25 ц/га, а за сприятливих агрометеорологічних умов може перевищувати 30 ц/га. Вміст сирого білка в насінні знаходиться на рівні 21–23 %, що визначає високу харчову та кормову цінність культури. Рекомендована норма висіву – 0,4–0,6 млн схожих насінин на гектар, що забезпечує оптимальну густоту стояння 35–45 рослин на 1 м².

Методика досліджень передбачала облік основних показників росту, розвитку та продуктивності рослин нуту залежно від варіантів позакореневого підживлення, що дозволило об'єктивно оцінити ефективність застосування різних видів рідких мінеральних добрив в умовах польового експерименту.

РОЗДІЛ III. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Вплив позакореневого підживлення на формування структурних елементів урожаю нуту сорту «Зехавіт»

Структурні елементи урожаю є важливими показниками, що визначають рівень індивідуальної продуктивності рослин нуту та формують потенціал урожайності культури в цілому. До них належать кількість бобів на рослині, кількість зерен у бобі та загальна кількість зерен з однієї рослини, які безпосередньо залежать від умов мінерального живлення, особливо в критичні фази формування генеративних органів.

Результати досліджень, наведені в таблиці 1, свідчать про істотний вплив позакореневого підживлення рідкими мінеральними добривами на формування кількісних показників нуту сорту «Зехавіт». У контрольному варіанті кількість бобів на одній рослині становила 23,2 шт., кількість зерен у бобі — 1,1 шт., а загальна кількість зерен з рослини — 25,52 шт., що відображає базовий рівень продуктивності культури за відсутності додаткового мікроелементного живлення.

Таблиця 1

**Формування структурних елементів урожаю нуту сорту «Зехавіт»
залежно від варіантів позакореневого підживлення, 2025 р**

№	Препарати	Кількість, шт.		
		бобів на 1 рослині	зерен у бобі	зерен з 1 рослини
1	Контроль	23,2	1,1	25,52
2	ЕКОЛАЙН Бор (Органічний)	32,1	1,4	44,94
3	ЕКОЛАЙН Бор (Опті)	28,7	1,4	40,18
4	ЕКОЛАЙН Бобовий (хелати)	24,9	1,3	32,37

Найвищі значення за всіма досліджуваними показниками зафіксовано у варіанті з позакореневим підживленням препаратом Еколайн Бор (органічний). Кількість бобів на рослині зросла до 32,1 шт., що на 8,9 шт. перевищувало контрольний варіант. Водночас кількість зерен у бобі збільшилася до 1,4 шт., а загальна кількість зерен з однієї рослини досягла 44,94 шт., що свідчить про підвищення індивідуальної продуктивності рослин більш ніж на 75 % порівняно з контролем. Такий ефект можна пояснити високою фізіологічною доступністю бору в органічній формі, який відіграє ключову роль у процесах цвітіння, запліднення та формування зав'язі.

Дещо нижчі, але стабільно вищі за контроль, показники отримано у варіанті з використанням препарату Еколайн Бор (опті). Кількість бобів на рослині становила 28,7 шт., а кількість зерен з рослини - 40,18 шт. Позитивна дія цього препарату пов'язана з поєднанням бору, цинку та молібдену, які активізують фізіолого-біохімічні процеси, однак поступаються органічній формі бору за ефективністю реалізації генеративного потенціалу культури.

Застосування препарату Еколайн Бобовий (хелатний) також сприяло покращенню структурних елементів урожаю порівняно з контролем. Кількість зерен з однієї рослини зросла до 32,37 шт., що свідчить про позитивний вплив збалансованого комплексу макро- та мікроелементів на генеративний розвиток нуту. Водночас ефект цього препарату був менш вираженим, що може бути пов'язано з його переважною орієнтацією на підтримання загального фізіологічного стану рослин, а не на стимуляцію процесів цвітіння та зав'язування бобів.

У цілому результати досліджень переконливо свідчать, що застосування борвмісних рідких мінеральних добрив у системі позакореневого підживлення суттєво активізує формування генеративних органів нуту сорту «Зехавіт». Найбільш ефективним у цьому відношенні виявився препарат Еколайн Бор (органічний), використання якого забезпечує інтенсивніше формування структурних елементів урожаю та створює

передумови для підвищення потенційної урожайності культури в умовах Житомирської області.

3.2. Формування насіннєвої продуктивності нуту залежно від застосування рідких мінеральних добрив

Формування повноцінного, добре розвиненого насіння є одним із ключових показників продуктивності нуту, оскільки воно безпосередньо визначає не лише рівень урожайності, а й якісні характеристики зерна та його репродуктивну придатність. Інтенсивність накопичення сухої речовини в насінні значною мірою залежить від умов мінерального живлення рослин у критичні періоди онтогенезу, зокрема під час формування та наливу зерна.

Результати досліджень, наведені в таблиці 2, свідчать, що застосування позакореневого підживлення рідкими мінеральними добривами суттєво вплинуло на формування насіннєвої продуктивності нуту сорту «Зехавіт». У контрольному варіанті маса зерен з однієї рослини становила 10,27 г, а маса 1000 зерен - 402,5 г, що відображає базовий рівень реалізації потенціалу сорту за відсутності додаткового мікроелементного живлення.

Таблиця 2

Вплив позакореневого підживлення на формування маси насіння нуту сорту Зехавіт, 2025 р.

№	Препарати	Маса зерен з 1 рослини, г	Відхилення		Маса 1000 зерен, г	Відхилення	
			г	%		г	%
1	Контроль	10,27	-	-	402,5	-	-
2	ЕКОЛАЙН Бор (Органічний)	19,27	9,0	87,6	428,7	26,2	6,5
3	ЕКОЛАЙН Бор (Опті)	17,08	6,81	66,3	425,1	22,6	5,6
4	ЕКОЛАЙН Бобовий (хелати)	10,98	0,71	6,9	430,2	27,7	6,9

Найвищу ефективність за показниками накопичення насіннєвої маси продемонстрував варіант із застосуванням препарату Еколайн Бор (органічний). Маса зерен з однієї рослини зросла до 19,27 г, що на 9,0 г або 87,6 % перевищувало контрольний варіант. Одночасно маса 1000 зерен збільшилася на 26,2 г (6,5 %), що свідчить про формування більш виповненого та фізіологічно повноцінного насіння. Отримані результати вказують на високу ефективність органічної форми бору у процесах транспорту асимілятів і накопичення резервних речовин у насінні.

Дещо нижчі, проте стабільно вищі за контроль, показники були отримані у варіанті з використанням препарату Еколайн Бор (опті). Маса зерен з однієї рослини зросла на 66,3 %, а маса 1000 зерен - на 22,6 г (5,6 %) порівняно з контролем. Отримані результати вказують на позитивний вплив комплексу бору, цинку та молібдену на процеси формування насіння, однак за інтенсивністю накопичення загальної насіннєвої маси даний препарат поступався органічній формі бору.

Застосування препарату Еколайн Бобовий (хелатний) забезпечило незначне підвищення маси зерен з однієї рослини - на 6,9 % порівняно з контролем, водночас маса 1000 зерен зросла на 27,7 г (6,9 %). Дані показники свідчать про стабільний розвиток насіння та формування крупніших зерен, однак меншу інтенсивність накопичення загальної насіннєвої маси, що може бути пов'язано з орієнтацією даного препарату на підтримання загального фізіологічного стану рослин, а не на стимуляцію генеративних процесів.

Узагальнюючи результати досліджень, слід відмітити, що застосування борвмісних рідких мінеральних добрив у системі позакореневого підживлення позитивно впливає на формування насіннєвої продуктивності нуту сорту «Зехавіт». Найвищу результативність щодо накопичення насіннєвої маси та формування якісного зерна забезпечив препарат Еколайн Бор (органічний), використання якого сприяє підвищенню індивідуальної продуктивності рослин і покращенню показників якості насіння.

3.3. Вплив позакореневого підживлення на ростові процеси та морфологічні показники рослин нуту

Однією з актуальних проблем промислового вирощування зернобобових культур, зокрема нуту, є забезпечення ефективного механізованого збирання врожаю, що значною мірою визначається морфологічними особливостями рослин. Низьке розміщення нижніх бобів зумовлює підвищені втрати зерна під час комбайнування, які в окремих випадках можуть сягати 10-12 % від загального врожаю. У цьому контексті особливої уваги набувають агротехнічні прийоми, спрямовані на стимуляцію ростових процесів і формування більш сприятливої архітекtonіки рослин.

З метою оцінки впливу позакореневого підживлення на морфологічні показники та інтенсивність ростових процесів нами було проаналізовано динаміку висоти рослин і висоту кріплення нижнього боба нуту сорту «Зехавіт». Результати, наведені в таблиці 3, свідчать про чітко виражений вплив досліджуваних рідких мінеральних добрив на зазначені параметри.

Таблиця 3

Вплив позакореневого підживлення рідкими мінеральними добривами на ростові процеси та висоту кріплення нижнього боба нуту сорту «Зехавіт», 2025 р.

№	Препарати	Висота кріплення нижнього боба, см	Відхилення		Висота рослин на кінець вегетації, см	Відхилення	
			см	%		см	%
1	Контроль	9,2	-	-	44	-	-
2	ЕКОЛАЙН Бор (Органічний)	15,8	6,6	71,7	55	11	25,0
3	ЕКОЛАЙН Бор (Опті)	13,3	4,1	44,6	50	6	13,6
4	ЕКОЛАЙН Бобовий (хелати)	11,6	2,4	26,1	47	3	6,8

Найбільш інтенсивний розвиток ростових процесів зафіксовано у варіанті з використанням препарату Еколайн Бор (органічний). Висота кріплення нижнього боба зростає з 9,2 см у контрольному варіанті до 15,8 см, що відповідає приросту 71,7 %. Водночас висота рослин на кінець вегетації збільшилася на 11 см, або на 25 % порівняно з контролем. Такий ефект зумовлений фізіологічною роллю бору в регуляції клітинного поділу, подовження міжвузлів і транспорту асимілятів, що сприяє більш рівномірному розміщенню генеративних органів на стеблі та покращує умови механізованого збирання врожаю.

У варіанті з застосуванням препарату Еколайн Бор (опті) також відзначено позитивну динаміку морфологічних показників. Висота кріплення нижнього боба зростає на 44,6 %, а загальна висота рослин - на 13,6 % порівняно з контролем. Отримані результати вказують на ефективну дію поєднання бору, цинку та молібдену, які активізують ферментативні процеси, покращують азотний обмін і стимулюють ріст надземної маси, хоча за інтенсивністю дії поступаються органічній формі бору.

Застосування препарату Еколайн Бобовий (хелатний) забезпечило менш виражений, проте стабільний позитивний ефект. Приріст висоти кріплення нижнього боба становив 26,1 %, а загальної висоти рослин - 6,8 % відносно контролю. Отримані результати вказують на стабілізувальний характер дії комплексного мікродобрива, спрямованого переважно на стабілізацію фізіологічного стану рослин і рівномірний розвиток надземної маси.

Узагальнюючи результати досліджень, можна констатувати, що застосування борвмісних рідких мінеральних добрив у системі позакореневого підживлення суттєво впливає на ростові процеси та морфологічні параметри рослин нуту сорту «Зехавіт». Найбільш виражений ефект забезпечив препарат Еколайн Бор (органічний), який сприяв активізації фізіолого-біохімічних процесів, формуванню оптимальної архітекτονіки

рослин, підвищенню висоти кріплення бобів і, відповідно, зменшенню потенційних втрат урожаю під час механізованого збирання.

3.4. Формування надземної та кореневої біомаси нуту сорту «Зехавіт» за різних варіантів позакореневого підживлення

Формування надземної та підземної (кореневої) біомаси є одним із ключових показників, що характеризують інтенсивність росту, розвиток і загальний фізіологічний стан рослин нуту. Ці параметри безпосередньо відображають ефективність використання поживних речовин, активність фотосинтетичних процесів і здатність культури до формування високої продуктивності, тому є важливими критеріями оцінки впливу позакореневого підживлення.

Аналіз результатів, наведених у таблиці 4, свідчить, що застосування рідких мінеральних добрив у системі позакореневого підживлення забезпечило істотне підвищення маси як надземної частини, так і кореневої системи рослин нуту сорту «Зехавіт» порівняно з контролем. У контрольному варіанті надземна біомаса становила 1,54 т/га, а маса коренів - 1,62 т/га (у перерахунку на абсолютно суху речовину), що відображає базовий рівень розвитку рослин за умов обмеженого мікроелементного живлення.

Таблиця 4

Надземна та коренева біомаса нуту сорту «Зехавіт» за умов позакореневого підживлення, 2025 р.

№	Препарати	Маса надземна (абсолют. суха), т/га	Маса коренів (абсолют. суха), т/га
1	Контроль	1,54	1,62
2	ЕКОЛАЙН Бор (Органічний)	2,43	2,82
3	ЕКОЛАЙН Бор (Опті)	2,10	2,36
4	ЕКОЛАЙН Бобовий (хелати)	1,77	1,98

Найвищі показники біомаси зафіксовано у варіанті з використанням препарату Еколайн Бор (органічний). Маса надземної частини досягла 2,43 т/га, а маса коренів - 2,82 т/га, що істотно перевищувало контрольні значення. Отримані результати вказують на виражений стимулювальний вплив органічної форми бору на процеси росту, диференціації тканин і розвитку кореневої системи, що сприяє інтенсифікації поглинання води та елементів живлення з ґрунту.

У варіанті з застосуванням препарату Еколайн Бор (опті) також відзначено значне зростання біомаси: надземна маса становила 2,10 т/га, а коренева - 2,36 т/га. Такий ефект зумовлений комплексною дією бору, цинку та молібдену, які активізують ферментативні процеси, покращують азотний обмін і сприяють інтенсивнішому розвитку вегетативних органів, однак за абсолютними значеннями поступаються органічній формі бору.

Застосування препарату Еколайн Бобовий (хелатний) також позитивно вплинуло на формування біомаси нуту, забезпечивши зростання надземної маси до 1,77 т/га та кореневої - до 1,98 т/га. Водночас ефект цього препарату був менш вираженим, що свідчить про його переважно стабілізуючу дію, спрямовану на підтримання фізіологічної рівноваги рослин і рівномірний розвиток вегетативних органів.

Узагальнюючи результати досліджень, можна зробити висновок, що застосування борвмісних рідких мінеральних добрив у системі позакореневого підживлення суттєво активізує формування надземної та кореневої біомаси нуту сорту «Зехавіт». Найбільш виражений ефект забезпечив препарат Еколайн Бор (органічний), використання якого створює сприятливі умови для інтенсивного розвитку вегетативних і кореневих органів, підвищення ефективності засвоєння поживних речовин та формування високого рівня продуктивності культури.

3.5. Вплив позакореневого підживлення на урожайність нуту сорту «Зехавіт»

Урожайність є інтегральним показником ефективності технології вирощування сільськогосподарських культур, оскільки відображає сумарний результат перебігу фізіолого-біохімічних процесів у рослинах протягом усього вегетаційного періоду. Вона формується під впливом комплексу факторів, зокрема рівня мінерального живлення, інтенсивності фотосинтетичної діяльності, розвитку генеративних органів і здатності рослин ефективно реалізовувати свій продуктивний потенціал. Саме тому показник урожайності є вирішальним критерієм оцінки ефективності застосування позакорневих підживлень у технологіях вирощування нуту.

Аналіз результатів, наведених у таблиці 5, свідчить, що всі варіанти із застосуванням рідких мінеральних добрив забезпечили підвищення урожайності нуту сорту «Зехавіт» порівняно з контрольним варіантом. Найвищий рівень урожайності отримано при використанні препарату Еколайн Бор (органічний), де вона становила 2,56 т/га, що на 0,67 т/га або 35,4 % перевищувало контроль. Такий приріст урожайності зумовлений підвищенням ефективності фотосинтезу, активнішим формуванням генеративних органів і кращим засвоєнням бору у критичні фази росту та розвитку рослин.

Таблиця 5

Формування урожайності нуту сорту «Зехавіт» за різних варіантів позакореневого підживлення, 2025 р.

№	Препарати	Урожайність, т/га	Приріст	
			т	%
1	Контроль	1,89	-	-
2	ЕКОЛАЙН Бор (Органічний)	2,56	0,67	35,4
3	ЕКОЛАЙН Бор (Опті)	2,31	0,42	22,2
4	ЕКОЛАЙН Бобовий (хелати)	2,04	0,15	7,9

Застосування препарату Еколайн Бор (опті) також сприяло істотному підвищенню продуктивності культури. Урожайність у даному варіанті зростає на 0,42 т/га (22,2 %) порівняно з контролем, що підтверджує позитивний вплив поєднання бору, цинку та молібдену на фізіологічні процеси та формування врожаю нуту.

У варіанті з використанням препарату Еколайн Бобовий (хелатний) урожайність становила 2,04 т/га, що на 0,15 т/га або 7,9 % перевищувало контроль. Отримані результати свідчать про помірний, але стабільний позитивний вплив комплексного мікродобрива, спрямованого переважно на підтримання фізіологічної рівноваги рослин.

Узагальнюючи результати досліджень, можна констатувати, що найбільш ефективним у підвищенні урожайності нуту сорту «Зехавіт» в умовах Житомирської області виявився препарат Еколайн Бор (органічний), застосування якого доцільно рекомендувати як оптимальний елемент системи позакореневого підживлення цієї культури.

3.6. Економічна ефективність застосування рідких мінеральних добрив у технології вирощування нуту сорту «Зехавіт»

Оцінка економічної ефективності є завершальним етапом аналізу результатів досліджень, оскільки саме вона дозволяє узагальнити вплив агротехнічних прийомів на кінцевий господарський результат та визначити доцільність упровадження досліджуваних елементів технології у виробництво. Економічна ефективність вирощування нуту сорту «Зехавіт» визначалася на основі зіставлення виробничих витрат, рівня урожайності, вартості валової продукції та величини чистого прибутку за різних систем позакореневого підживлення.

Як видно з таблиці 6, застосування рідких мінеральних добрив у системі позакореневого підживлення вплинуло як на загальний рівень витрат,

так і на основні економічні показники вирощування культури. У контрольному варіанті загальні технологічні витрати становили 18 641 грн/га. За використання препаратів Еколайн витрати зросли до 19 354–19 976 грн/га, що пов'язано з вартістю препаратів і додатковими витратами на їх внесення.

Таблиця 6

Економічна ефективність вирощування нуту за різних систем позакореневого підживлення, 2025 р.

Варіанти підживлення	1.Контроль (без внесення препаратів)	2. Еколайн Бор (Органічний)	3. Еколайн Бор (Опті)	4. Еколайн Бобовий (хелати)
Технологія затрати всього на 1 га, грн	18 641	19 876	19 354	19 976
Урожайність (фактична після очистки з стандартною вологістю), т	1,89	2,56	2,31	2,04
Прибуток, грн/га	90720	122880	110880	97920
Чистий прибуток, грн	72079	103080	91526	77944
Чистий прибуток від застосування препарату для позакореневого підживлення, грн	-	31001	19447	5865

**Вартість насіння (110 кг/га – 63 грн./кг) – 6930 грн.*

**Вартість дизельного палива - 64 грн./л*

**Вартість товарного насіння 48 грн/кг- 48000 грн тонна*

Підвищення витрат у дослідних варіантах компенсувалося зростанням урожайності та вартості валової продукції. Найвищу фактичну урожайність після очистки та приведення до стандартної вологості отримано у варіанті з позакореневим підживленням препаратом Еколайн Бор (органічний) - 2,56 т/га, що на 0,67 т/га перевищувало контроль (1,89 т/га). Вартість валової продукції у цьому варіанті становила 122 880 грн/га, що на 32 160 грн більше порівняно з контрольним варіантом.

Найвищий показник чистого прибутку також зафіксовано у варіанті з використанням препарату Еколайн Бор (органічний) — 103 080 грн/га, тоді як у контролі він становив 72 079 грн/га. Додатковий чистий прибуток, отриманий у результаті застосування даного препарату, склав 31 001 грн/га, що свідчить про його високу економічну ефективність.

Застосування препарату Еколайн Бор (опті) також забезпечило позитивний економічний ефект. Урожайність у цьому варіанті досягла 2,31 т/га, вартість валової продукції — 110 880 грн/га, а чистий прибуток становив 91 526 грн/га, що на 19 447 грн/га більше порівняно з контролем. За рівнем економічної ефективності цей варіант поступався органічній формі бору, проте підтвердив доцільність застосування препарату з метою підвищення продуктивності культури.

Використання препарату Еколайн Бобовий (хелатний) забезпечило найменший економічний ефект серед досліджуваних варіантів. Попри зростання урожайності до 2,04 т/га, чистий прибуток у цьому варіанті становив 77 944 грн/га, що лише на 5 865 грн/га перевищувало контроль. Отримані результати свідчать про нижчу окупність препарату за умов сформованого рівня цін і витрат у 2025 році.

Отже, результати економічної оцінки показали, що найбільш ефективним з господарської точки зору є застосування препарату Еколайн Бор (органічний), який забезпечив оптимальне співвідношення між додатковими витратами та приростом урожайності і чистого прибутку. Препарат Еколайн Бор (опті) також може бути рекомендований до використання як економічно доцільний варіант позакореневого підживлення нуту сорту «Зехавіт». Застосування препарату Еколайн Бобовий (хелатний) за наявних умов є менш ефективним і потребує додаткового економічного обґрунтування.

ВИСНОВКИ

1. Позакореневе підживлення рідкими мінеральними добривами істотно вплинуло на формування структурних елементів урожаю нуту сорту «Зехавіт», підвищивши кількість бобів, зерен у бобі та загальну кількість зерен з рослини порівняно з контролем.

2. Найкращі показники структури врожаю забезпечив препарат Еколайн Бор (органічний): кількість бобів зросла з 23,2 до 32,1 шт./росл., кількість зерен з рослини - з 25,52 до 44,94 шт. (приріст понад 75 %), що вказує на максимальну реалізацію генеративного потенціалу культури.

3. Формування насіннєвої продуктивності також найбільше покращувалося за використання Еколайн Бор (органічний): маса зерен з 1 рослини підвищилась з 10,27 до 19,27 г (+87,6 %), маса 1000 зерен - з 402,5 до 428,7 г (+6,5 %), що свідчить про формування більш виповненого та повноцінного насіння.

4. Позакореневе підживлення позитивно вплинуло на морфологічні показники, важливі для механізованого збирання. За Еколайн Бор (органічний) висота кріплення нижнього боба зросла з 9,2 до 15,8 см (+71,7 %), а висота рослин - з 44 до 55 см (+25 %), що створює передумови для зменшення втрат під час комбайнування.

5. Найінтенсивніше формування біомаси (абсолютно сухої) відмічено за застосування Еколайн Бор (органічний): надземна маса зросла з 1,54 до 2,43 т/га, коренева - з 1,62 до 2,82 т/га, що підтверджує активізацію ростових процесів і кращу реалізацію потенціалу живлення.

6. Усі варіанти позакореневого підживлення забезпечили приріст урожайності порівняно з контролем (1,89 т/га), однак максимальну урожайність отримано за Еколайн Бор (органічний) - 2,56 т/га (+0,67 т/га; +35,4 %). Препарат Еколайн Бор (опті) забезпечив урожайність 2,31 т/га (+22,2 %), Еколайн Бобовий (хелатний) - 2,04 т/га (+7,9 %).

7. Економічна оцінка засвідчила, що застосування позакореневого підживлення сприяло зростанню вартості валової продукції та чистого прибутку. Найвищі економічні показники отримано у варіанті з Еколайн Бор (органічний): вартість валової продукції становила 122 880 грн/га, чистий прибуток — 103 080 грн/га, що на 31 001 грн/га перевищувало контроль. Варіант з Еколайн Бор (опті) також був економічно ефективним (чистий прибуток 91 526 грн/га; додатково +19 447 грн/га), тоді як застосування Еколайн Бобовий (хелатний) забезпечило найменший приріст економічного ефекту (+5 865 грн/га)..

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для підвищення урожайності та економічної результативності вирощування нуту сорту «Зехавіт» в умовах Житомирської області доцільно включати до технології вирощування позакореневе підживлення рідкими борвмісними мінеральними добривами, оскільки їх застосування сприяє покращенню формування генеративних органів, насінневої продуктивності та підвищенню вартості валової продукції. Найвищу агрономічну та економічну ефективність забезпечує застосування препарату Еколайн Бор (органічний), який рекомендується використовувати як базовий елемент системи позакореневого підживлення нуту. Його застосування забезпечує максимальний приріст урожайності та формування найвищого рівня чистого прибутку за оптимального співвідношення між додатковими витратами та економічною віддачею, що робить даний препарат найбільш господарсько доцільним у виробничих умовах. Для господарств, орієнтованих на стабільне підвищення продуктивності культури за помірних витрат, можливе використання препарату Еколайн Бор (опті), який позитивно впливає на ріст, розвиток і урожайність нуту та забезпечує додатковий економічний ефект, хоча й поступається органічній формі бору за рівнем прибутковості.

З метою зменшення втрат зерна під час механізованого збирання доцільно застосовувати борвмісні позакореневі підживлення, оскільки вони сприяють підвищенню висоти кріплення нижнього боба та формуванню більш сприятливої архітекtonіки рослин, що підвищує технологічну придатність посівів до комбайнування та знижує ризик втрат урожаю. Препарат Еколайн Бобовий (хелатний) доцільно застосовувати переважно у випадках необхідності підтримання фізіологічного стану рослин у стресових або нерівномірних за розвитком посівах, оскільки за сформованих виробничо-економічних умов його застосування забезпечує найменший рівень економічної віддачі.

Для досягнення максимального агрономічного й економічного ефекту у виробничих умовах рекомендується проводити позакореневі підживлення у критичні фази розвитку нуту — у період бутонізації–початку цвітіння та формування бобів, коли потреба рослин у борі є найвищою. Дотримання оптимальних строків і технологічної якості внесення робочого розчину є необхідною умовою реалізації потенціалу позакореневого живлення. Загалом для господарств Житомирської області доцільно впроваджувати систему вирощування нуту сорту «Зехавіт», що поєднує базове мінеральне живлення ґрунту з позакореневим борвмісним підживленням, насамперед препаратом Еколайн Бор (органічний), як ефективний та економічно обґрунтований елемент сучасної технології вирощування культури.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Воропай Ю.В. Формування продуктивності сортів нуту залежно від норм висіву та способів сівби у Східному Лісостепу України: автореф. дис. канд. с.-г. наук: 06.01.09 «Рослинництво». Харків: Харківський національний аграрний університет ім. В.В. Докучаєва, 2020. 27 с.
2. Журавель С. В., Кравчук М. М., Журавель С. С., Кияниченко М. О., Семчук С. М. Ефективність використання позакореневого підживлення за умов еколого-безпечної технології вирощування нуту в умовах Полісся України // *Scientific Collection «InterConf+»*. 2025. Вип. 63 (272). С. 200–214.
3. Коляніді Н.О. Сучасні сорти нуту (*Cicer arietinum* L.) для Півдня України. *Аграрні інновації*. 2025. № 29. С. 318–325. URL: [dspace.mnau.edu.ua](https://dspace.mnau.edu.ua/handle/123456789/20250520) (PDF 20250520).
4. Чернік І.В., Тригуба О.В. Нут звичайний (*Cicer arietinum* L.) – перспективна бобова культура Західного Лісостепу України. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім. В. Гнатюка. Серія: Біологія*. 2023. Т. 83, № 3–4. С. 117–126. DOI: 10.25128/2078-2357.23.3–4.13.
5. Пушак В.І. Продуктивність сортів нуту залежно від норм висіву в умовах західного Лісостепу України. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2018. Вип. 28. С. 104–111.
6. Achmad M., Naseer I., Hussain A., Mumtaz M. Z., Mustafa A., Hilger T. H., Zahir A. Z., Minggang X. (2019). Appraising endophyte–plant symbiosis for improved growth, nodulation, nitrogen fixation and abiotic stress tolerance: An experimental investigation with chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Agronomy*. 9 (10): 621-681.
7. Bertola M., Mattarozzi M., Sanangelantoni A. M., Careri M., Visioli G. (2019). PGPB colonizing three-year biochar-amended soil: Towards biochar-mediated biofertilization. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 19: 841-850.

8. Canellas L. P., Canellas N. O. A., da Silva S. S., Irineu L. E. S. S., Olivares F. L., Piccolo A. (2020). Plant chemical priming by humic acids. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*. 7.
9. Das S. K., Jana K. (2016). Effect of seed hydro-priming and urea spray on yield parameters, yield and quality of lentil (*Lens culinaris Medikus*). *Legume Research*. 39 (5): 830-833.
10. Dass A., Rajanna G. A., Babu S., Lal S. K., Choudhary A. K., Singh R., Rathore S. S., Kaur R., Dhar S., Singh T., Raj R., Shekhawat K., Singh C., Kumar B. (2022). Foliar application of macro- and micronutrients improves the productivity, economic returns, and resource-use efficiency of soybean in a semiarid climate. *Sustainability*. 14.
11. Dzida K., Zawislak G., Jarosz Z., Pitura K., Neugebauerova J. (2023). Effect of natural fertilization on the yield, biological value, and qualitative and quantitative composition of essential oil in common basil (*Ocimum basilicum L.*). *Acta Agrobotanica*. 76.
12. Elham A. B., Gehan A. A., Mervat S. S. (2022). Improving growth, physiological attributes and productivity of chickpea (*Cicer artietinum*) grown in sandy soil with foliar application with mineral fertilizers and antioxidants. *Egyptian Journal of Chemistry*. 65 (132): 1603-1617.
13. Esfahani M. N., Sulieman S., Schulze J., Yamaguchi-Shinozaki K., Shinozaki K., Tran L. S. (2014). Mechanisms of physiological adjustment of N₂ fixation in *Cicer arietinum L.* (chickpea) during early stages of water deficit: Single or multi-factor controls. *The Plant Journal*. 79 (6): 964-980.
14. Fasusi O. A., Cruz C., Babalola O. O. (2021). Agricultural sustainability: Microbial biofertilizers in rhizosphere management. *Agriculture*. 11 (2).
15. Goud V. V., Konde N. M., Mohod P. V., Kharche V. K. (2014). Response of chickpea to potassium fertilization on yield, soil fertility and economic in vertisols. *Legume Research*. 37 (3): 311-315.

16. Hu Y., Burucs Z., Schmidhalt U. (2008). Effect of foliar fertilization application on the growth and mineral nutrient content of maize seedling under drought and salinity. *Soil Science and Plant Nutrition*. 54 (1): 133-141.
17. Jinwen H., Afshar R. K., Chen C. (2016). Lentil response to nitrogen application and rhizobia inoculation. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 47 (21): 2458-2464.
18. Jukanti A.K., Gaur P.M., Gowda C.L.L., Chibbar R.N. Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.): a review. *British Journal of Nutrition*. 2012. Vol. 108, Suppl. 1. P. S11–S26. DOI: 10.1017/S0007114512000797.
19. Begum N., Khan Q.U., Liu L.G., Li W., Liu D., Haq I.U. Nutritional composition, health benefits and bio-active compounds of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Frontiers in Nutrition*. 2023. Vol. 10. Article 1218468. DOI: 10.3389/fnut.2023.1218468.
20. Jha U.C., Nayyar H., Thudi M., Beena R., Vara Prasad P.V., Siddique K.H.M. Unlocking the nutritional potential of chickpea: strategies for biofortification and enhanced multinutrient quality. *Frontiers in Plant Science*. 2024. Vol. 15. Article 1391496. DOI: 10.3389/fpls.2024.1391496.
21. Medeiros J.S., Silva M.N.D., Carvalho S.M.P., Santos C.S., Vasconcelos M.W. Low water supply differentially affects the growth, yield and mineral profile of kabuli and desi chickpeas (*Cicer arietinum*). *Annals of Applied Biology*. 2024. Vol. 184, No. 1. P. 37–49. DOI: 10.1111/aab.12835.
22. Karalija E., Selimović A., Gasić K., et al. Chickpeas' tolerance of drought and heat: current knowledge and next steps. *Agronomy*. 2022. Vol. 12, No. 10. Article 2248. DOI: 10.3390/agronomy12102248.
23. Nahusenay M., Walelign W., Zewdu A., Sheleme B., Workneh F., et al. Chickpea (*Cicer arietinum* L.) growth, nodulation, and yield as affected by varieties, Mesorhizobium strains, and NPSB fertilizer in Southern Ethiopia. *Frontiers in Plant Science*. 2024. Vol. 15. Article 1372082. DOI: 10.3389/fpls.2024.1372082.

24. Romanko Y.O., et al. Ways of ecologization of chickpea cultivation technology in the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Taurian Scientific Herald*. 2024. Vol. 2, No. 135. P. 61–72. DOI: 10.32782/2226-0099.2024.135.2.8.
25. Kaushal N., Awasthi R., Gupta K., Gaur P., Siddique K. H. M., Nayyar H. (2013). Heat-stress-induced reproductive failures in chickpea (*Cicer arietinum*) are associated with impaired sucrose metabolism in leaves and anthers. *Functional Plant Biology*. 40 (12): 1334-1349.
26. Khan M. S., Zaidi A., Wani P. A., Oves M. (2009). Role of plant growth promoting rhizobacteria in the remediation of metal contaminated soils. *Environmental Chemistry Letters*. 7: 1-19.
27. Li H., Wang X., Liang Q., Lyu X., Li S., Gong Z., Dong S., Yan C., Ma C. (2021). Regulation of phosphorus supply on nodulation and nitrogen fixation in soybean plants with dual-root systems. *Agronomy*. 11 (11).
28. Makhoul H., Mouawad C., Shaban N. T., Aad J., Sassine L., Samaha H. (2023). Evaluation of the growth promoting effect of native microbial community under field conditions. *Acta Agrobotanica*. 76.
29. Meena R., Meena M., Pravesh K. S., Chetan K. (2020). Effect of fertility levels and bio-fertilizers on growth and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 9 (2): 3098-3103.
30. Mohanty P., Singh P. K., Chakraborty D., Mishra S., Pattnaik R. (2021). Insight into the role of PGPR in sustainable agriculture and environment. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. 5.
31. Ouji A., El-Bok S., Mouelhi M., Ben Younes M., Kharrat M. (2016). Yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L.) as influenced by supplemental irrigation under semi-arid region of Tunisia. *World Journal of Agricultural Research*. 4 (5): 153-157.
32. Saeed Q., Xiukang W., Haider F. U., Kucerik J., Mumtaz M. Z., Holatko J., Naseem M., Kintl A., Ejaz M., Naveed M., Brtnicky M., Mustafa

A. (2021). Rhizosphere bacteria in plant growth promotion, biocontrol, and bioremediation of contaminated sites: A comprehensive review of effects and mechanisms. *International Journal of Molecular Sciences*. 22 (19).

33. Salvagiotti F., Cassman K. G., Specht J. E., Walters D. T., Weiss A., Dobermann A. (2008). Nitrogen uptake, fixation and response to fertilizer N in soybeans: A review. *Field Crops Research*. 108 (1): 1-13.

34. Santoyo G., Guzman-Guzman P., Parra-Cota F. I., de los Santos-Villalobos S., Orozco-Mosqueda M. C., Glick B. R. (2021). Plant growth stimulation by microbial consortia. *Agronomy*. 11 (2).

35. Thangwana N. M., Ogola J. B. O. (2012). Yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum*): Response to genotype and planting density in summer and winter sowings. *Journal of Food Agriculture and Environment*. 10 (2): 710-715.

36. Zaheer A., Malik A., Sher A., Qaisrani M. M., Mehmood A., Khan S. U., Ashraf M., Mirza Z., Karim S., Rasool M. (2019). Isolation, characterization, and effect of phosphate-zinc-solubilizing bacterial strains on chickpea (*Cicer arietinum* L.) growth. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 26 (5): 1061-1067.